

**Hochfrequenz-Messsystem mit räumlich getrennten  
Hochfrequenzmodulen**

5

Die Erfindung betrifft ein Messsystem für Hochfrequenz-Kommunikationssysteme.

- 10 Bei der Entwicklung und der Produktion von Geräten für Hochfrequenz-Kommunikationssysteme, wie beispielsweise dem digitalen Mobilfunk oder WLAN (Wireless Local Area Network), ist es erforderlich, die entsprechenden Geräte oder Baugruppen hinsichtlich ihres Verhaltens bei der
- 15 Daten- oder Nachrichtenübertragung zu überprüfen. Hierzu werden gewöhnlich Messgeräte verwendet, die mittels eines Kabels unmittelbar mit dem Antennenanschluss des Prüflings (DUT, Device Under Test) verbunden werden. Falls der Prüfling nur über eine fest eingebaute interne Antenne
- 20 verfügt, wird zwischen dem Prüfling und dem Kabelende ein Antennenkoppler eingefügt, der durch elektromagnetische Kopplung die Verbindung zur Antenne des Prüflings herstellt.
- 25 Über das Kabel werden dabei die zu sendenden bzw. die zu empfangenden Hochfrequenzsignale geleitet. Zum Überprüfen beispielsweise eines Mobilfunkgeräts werden von dem Messgerät Bitsequenzen erzeugt, und nach entsprechender Modulation an das zu testende Mobilfunkgerät gesendet,
- 30 wobei zum Einhalten bestimmter Prüfbedingungen die entsprechende Sendeeinheit des Messgeräts verschiedene Parameter, z. B. den Pegel oder die Frequenz, des Sendesignals einstellt. Ein solches Messgerät emuliert dabei z.B. eine Basisstation eines realen Mobilfunknetzes,
- 35 so dass das Messgerät neben den eigentlichen, zum Durchführen eines Prüfablaufs erforderlichen Komponenten als integrale Bestandteile auch Hochfrequenz-Sende- bzw. Empfangseinrichtungen umfasst.

An einem Prüfplatz, der zum Testen der Geräte eines Hochfrequenz-Kommunikationssystems verwendet wird, wird das Messgerät gewöhnlich in ein Rack eingebaut, welches üblicherweise weitere Messgeräte zur Durchführung anderer  
5 Messaufgaben enthält. Die von dem Gerät empfangenen Hochfrequenzsignale werden, ebenso wie die von dem Geräte erzeugten und gesendeten Hochfrequenzsignale, von bzw. zu dem Prüfling über eine Kabelverbindung übertragen.

10 Die Übertragung der Hochfrequenzsignale über Kabel hat prinzipbedingt wesentliche Nachteile. Die Dämpfung des Kabels ist von der Länge des Kabels selbst, der Signalfrequenz und dem Kabeltyp abhängig und beeinflusst sowohl die Genauigkeit mit der Signale dem Prüfling  
15 zugeführt werden als auch die Genauigkeit mit der Aussendungen des Prüflings gemessen werden können. Komplexe rechnerische Korrekturverfahren können diese Effekte bei der Ermittlung der wahren Messwerte zwar reduzieren, aber nicht grundsätzlich vermeiden.  
20 Erschwerend kommt hinzu, dass die Hochfrequenzeigenschaften eines Kabels sich mit der Zeit z. B. durch mechanische Beanspruchung ändern können. Die Dämpfung des Kabels führt einerseits dazu, dass das Messgerät einen höheren Pegel generieren muss als am  
25 Prüfling direkt benötigt wird, was besonders bei hohen Frequenzen die Messgeräte verteuert. Schwache, vom Prüfling ausgesendete Signale können wegen der Kabeldämpfung unter die Nachweisgrenze des Messgeräts fallen, so dass unter Umständen teurere, empfindliche  
30 Messgeräte verwendet werden müssen.

Mit zunehmender Länge der Kabel verstärken sich nicht nur die vorgenannten Effekte, sondern es steigt auch das Risiko, dass störende Signale (z. B. durch Basisstationen,  
35 die in der Umgebung des Gebäudes stehen, in dem sich der Prüfplatz befindet) durch die endliche Abschirmung des Kabels dringen und so die Messung verfälschen können.

Weiterhin verschlechtern Kabel in der Regel das Stehwellenverhältnis (VSWR, Voltage Standing Wave Ratio) von Messgeräten und führen so zusätzlich zu erhöhten Mess- und Stimulusunsicherheiten.

5

Zusammenfassend muss fest gehalten werden, dass die Länge der Kabel zwischen Prüfling und Messgerät aus diesen Gründen so kurz wie möglich sein sollte. Dies steht allerdings im Widerspruch zu der bei Prüfplätzen üblichen Praxis, die aus Platzgründen z. B. für Förderbänder, Handlingsysteme, pneumatisch gesteuerte Prüfadapter und Platzbedarf der Messgeräte selbst eine räumliche Trennung von Prüfling und Messgerät fordert.

15 Aufgrund der sich schnell verändernden Technologie sollen die Messgeräte immer universeller und zukunftsicherer werden. Die Geräte müssen um Funktionen erweiterbar sein, die derzeit noch nicht benötigt werden oder die beim Erwerb des Geräts unter Umständen sogar noch nicht einmal bekannt waren. Beispiele für solche Erweiterungen können z. B. Abdeckungen weiterer Frequenz- und Pegelbereiche, neue Mobilfunkstandards, Anzahl der unabhängig einsetzbaren Sende- und Empfangsmodule sein, um z. B. mehr als einen Prüfling gleichzeitig messen zu können.

25

Manchmal ist es auch sinnvoll aus existierenden Messgerätkonzepten, Geräte mit einem für Spezialaufgaben reduzierten Leistungsumfang bei geringeren Kosten abzuleiten. Lösungsmöglichkeiten dafür liegen in der Modularität der Messgeräte, wie sie z. B. in der DE 198 57 30 834 A1 gezeigt wird. Einschubkonzepte haben jedoch Grenzen, die durch das fest vorgegebene Platzangebot, die im Gerät abführbare Wärme, die den maximal zulässigen Leistungsverbrauch der Module bestimmt, sowie die Leistungsfähigkeit des in aller Regel fest installierten Netzteils festgelegt wird.

35

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Messsystem zu schaffen, bei dem die Verschlechterung der

Hochfrequenzsignale auf dem Übertragungsweg zwischen dem Prüfling und einer Hochfrequenzeinheit reduziert ist und das eine vereinfachte Kalibrierung ermöglicht.

- 5 Die Aufgabe wird durch das erfindungsgemäße Messsystem mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Bei dem erfindungsgemäßen Messsystem ist mit einer Messgeräteinheit zumindest ein räumlich getrennt  
10 platzierbares Hochfrequenzmodul verbindbar, wobei als Schnittstelle zwischen dem Hochfrequenzmodul und der Messgeräteinheit eine digitale Schnittstelle vorgesehen ist. Damit kann das Hochfrequenzmodul, welches nicht in die in dem Rack eingebaute Messgeräteinheit integriert  
15 ist, nahe an den Prüfling gebracht werden, wodurch die erforderlichen Übertragungswege für das Hochfrequenzsignal deutlich reduziert sind. Eine Verschlechterung der Qualität des Hochfrequenzsignals wird damit vermieden. Zwischen der Messgeräteinheit und dem zumindest einen  
20 Hochfrequenzmodul werden dagegen Daten lediglich digital übertragen, so dass die Übertragungsstrecke hier keinen negativen Einfluss auf die Signalqualität hat.

Da die Übertragung der Informationen zwischen der  
25 Messgeräteinheit und dem jeweiligen Hochfrequenzmodul digital erfolgt, kann zudem jedes Hochfrequenzmodul unabhängig von der Messgeräteinheit, an die es angeschlossen wird, kalibriert werden. Damit kann beispielsweise bei einer erforderlichen Neukalibrierung  
30 eines Hochfrequenzmoduls die Messgeräteinheit in dem Rack eingebaut bleiben und die übrigen Module können weiterhin genutzt werden, während lediglich das betroffene Hochfrequenzmodul von der Messgeräteinheit getrennt wird und z. B. zur Kalibrierung an den Hersteller oder einen  
35 Servicestützpunkt geschickt wird. In dieser Zeit kann ein anderes, bereits kalibriertes Hochfrequenzmodul ersatzweise mit der Messgeräteinheit verbunden werden, wodurch sich ein erheblich reduzierter logistischer Aufwand und eine starke Reduzierung der Ausfallzeiten

ergibt. Zudem ist ein schneller und einfacher Wechsel der Module möglich, ohne ein gegen Hochfrequenzeinstrahlung abgeschirmtes Gehäuse öffnen und anschließend wieder dicht verschließen zu müssen.

5

Die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen betreffen vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Messsystems.

- 10 Insbesondere ist es vorteilhaft, an der Messgeräteinheit mehrere Anschlüsse für die zumindest eine digitale Schnittstelle vorzusehen, so dass gleichzeitig mehrere Hochfrequenzmodule an die Messgeräteinheit angeschlossen werden können. Daraus ergibt sich entweder die
- 15 Möglichkeit, mehrere Hochfrequenzmodule mit einem exakt definierten begrenzten Funktionsumfang zu verwenden, beispielsweise ein Hochfrequenzmodul als Sendeeinheit und ein zweites Hochfrequenzmodul als Empfangseinheit, oder aber für unterschiedliche Messaufgaben jeweils ein
- 20 Hochfrequenzmodul vorzusehen, welches nicht erst im Bedarfsfall mit der Messgeräteinheit verbunden wird. Durch die Möglichkeit mehrere Hochfrequenzmodule mit der Messgeräteinheit zu verbinden, lassen sich die einzelnen Hochfrequenzmodule in ihrer Baugröße reduzieren, so dass
- 25 wiederum die Handhabung der Hochfrequenzmodule vereinfacht wird, was sich wiederum vorteilhaft in einer nahen Anordnung zu dem Prüfling auswirkt.

- Gemäß einem weiteren Unteranspruch kann ein Hochfrequenz-
- 30 modul mit einer separaten Stromversorgung ausgerüstet sein, so dass auch Hochfrequenzmodule verwendet werden können, welche einen hohen DC-Leistungsbedarf aufweisen, beispielsweise Hochfrequenzmodule mit einer erheblichen Sendeleistung. Die separate Stromversorgung, die entweder
- 35 in dem Gehäuse des Hochfrequenzmoduls integriert ist oder extern angeordnet ist, erübrigt eine Zuführung der DC-Leistung über die Messgeräteinheit und die Verbindungsleitung.

Eine optimale Anpassung an die jeweilige Messaufgabe ist überdies möglich, indem an der Messgeräteinheit mehrere digitale Schnittstellen vorgesehen sind, die z.B. sowohl als serielle als auch parallele Schnittstellen ausgebildet sind, wobei die Schnittstellen zudem entweder als optische oder als elektrische Schnittstellen ausgebildet sein können. Die Schnittstelle kann dabei insbesondere an die jeweilige Messaufgabe angepasst werden, für die ein bestimmtes Hochfrequenzmodul verwendet wird. Ergeben sich für eine andere Messaufgabe durch einen anderen Schnittstellentyp, z.B. optisch statt elektrisch, verbesserte Voraussetzungen für eine Messung, so kann an die entsprechende Schnittstelle ein anderes Hochfrequenzmodul angeschlossen werden.

15

Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Messsystems wird anhand der Zeichnung in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

20 Fig. 1 eine schematische Darstellung des Aufbaus eines erfindungsgemäßen Messsystems;

Fig. 2 ein stark vereinfachtes Blockschaltbild eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Messsystems; und

25

Fig. 3 eine weitere schematische Darstellung mit bevorzugten Ausgestaltungen der digitalen Schnittstelle und der damit verbundenen Hochfrequenzmodule.

30

Das in Fig. 1 dargestellte erfindungsgemäße Messsystem 1 umfasst eine Messgeräteinheit 2, die im dargestellten Ausführungsbeispiel mit lediglich einem Hochfrequenzmodul 3 verbunden ist. Das Hochfrequenzmodul 3 ist mit der Messgeräteinheit 2 über ein Verbindungskabel 4 verbunden, wobei das Hochfrequenzmodul 3 mittels des Verbindungskabels 4 an eine erste Buchse 5.1 angeschlossen ist. An der Messgeräteinheit 2 sind eine zweite Buchse 5.2 und

35

eine dritte Buchse 5.3 vorhanden, welche z. B. in ihrem Aufbau identisch mit der ersten Buchse 5.1 sind.

Die Messgeräteinheit 2 weist im dargestellten Ausführungs-  
5 beispiel drei weitere Anschlussmöglichkeiten 6.1, 6.2 und 6.3 für Hochfrequenzmodule auf, über die beispielsweise eine alternative Anschlussmöglichkeit zu den drei Buchsen 5.1, 5.2 und 5.3 vorgesehen sein kann. So können beispielsweise die drei Buchsen 5.1, 5.2 und 5.3 einen  
10 Anschluss für eine serielle, optische Schnittstelle bilden, während über die drei Anschlussmöglichkeiten 6.1 bis 6.3 eine parallele, elektrische Schnittstelle realisiert ist.

15 Die Messgeräteinheit 2 weist eine Darstellungseinrichtung 7, z.B. ein Display, auf, die auf der Frontseite der Messgeräteinheit 2 angeordnet ist. Ebenfalls an der Frontseite der Messgeräteinheit 2 sind eine Reihe von Bedientasten 8 vorhanden, über die Parameter und  
20 Funktionen zur Durchführung einer Messaufgabe eingegeben werden. Hierzu sind weiterhin ein Drehknopf 9 sowie Pfeiltasten 10 vorgesehen, so dass beispielsweise in einfacher Weise durch Drehen des Drehknopfs 9 ein Frequenzbereich für ein Sendesignal durchgestimmt werden  
25 kann oder verschiedene auf der Darstellungseinrichtung 7 angezeigte Menüpunkte durch die Pfeiltasten 10 ausgewählt werden können.

Die über die Bedientasten 8 und den Drehknopf 9 bzw. die  
30 Pfeiltasten 10 definierte Messaufgabe wird so weit in der Messgeräteinheit 2 abgearbeitet, dass an das Hochfrequenzmodul 3 z.B. über die serielle digitale Schnittstelle lediglich eine Bitsequenz übertragen wird, die Informationen z.B. über den Pegel eines zu sendenden  
35 Hochfrequenzsignals sowie die in dem Signal zu übertragenden Daten enthält.

Sämtliche Eingaben erfolgen, wie ein Bediener dies durch bekannte Messgeräte gewohnt ist, an der Frontseite der

Messgeräteinheit 2, die z.B. in ein Rack 11 eingebaut und dort zugänglich ist. In dem in der Fig. 1 dargestellten Rack 11 sind zwei weitere Messgeräte 12 und 13 oberhalb bzw. unterhalb der Messgeräteinheit 2 in dem Rack 11 angeordnet. Wie es bereits beschrieben wurde, beschränkt sich die Bedienung des erfindungsgemäßen Messsystems in bekannter Weise auf eine Bedienfront der Messgeräteinheit 2. Abhängig von der Eingabe eines Bedieners überträgt die Messgeräteinheit 2 Daten in digitaler Form an das Hochfrequenzmodul 3, wobei die Erzeugung bzw. das Empfangen und Verarbeiten eines Hochfrequenzsignals innerhalb dieses Hochfrequenzmoduls 3 erfolgt. Die Bearbeitung von Hochfrequenzsignalen findet damit außerhalb der Messgeräteinheit 2 statt.

Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist als Prüfling ein Mobilfunkgerät 19 vorgesehen, so dass das dargestellte Messsystem 1 beispielsweise ein Systemtester oder Protokolltester zur Überprüfung von Mobilfunkgeräten 19 sein kann. An dem Hochfrequenzmodul 3 sind hierzu eine erste Anschlussmöglichkeit 16 und eine zweite Anschlussmöglichkeit 17 vorgesehen, wobei über diese erste Anschlussmöglichkeit 16 bzw. zweite Anschlussmöglichkeit 17 im Gegensatz zu den drei Buchsen 5.1 bis 5.3 bzw. Anschlussmöglichkeiten 6.1 bis 6.3 das Hochfrequenzsignal übertragen wird.

Die erste Anschlussmöglichkeit 16 bzw. die zweite Anschlussmöglichkeit 17 sind dabei entweder zum Anschließen einer Antenne oder vorzugsweise zum direkten Verbinden mit dem Prüfling, im dargestellten Ausführungsbeispiel also dem Mobilfunkgerät 19, über einen entsprechenden, nicht dargestellten Leiter vorgesehen.

Befinden sich in dem Hochfrequenzmodul 3 Komponenten, welche einen erheblichen Leistungsbedarf haben, beispielsweise ein Verstärker, so kann der Leistungsbedarf des Hochfrequenzmoduls 3 über eine separate, also von der Stromversorgung der Messgeräteinheit 2 unabhängige



- Stromversorgung 14 gedeckt werden. Die separate Stromversorgung 14 ist im dargestellten Ausführungsbeispiel über ein Stromkabel 15 mit dem Hochfrequenzmodul 3 verbunden und ihrerseits über ein lediglich angedeutetes Netzkabel mit dem Stromnetz verbunden. Eine solche separate Stromversorgung 14 kann auch in das Hochfrequenzmodul 3 integriert sein, so dass dann lediglich ein zusätzliches Netzkabel mit dem Stromnetz zu verbinden ist.
- 10 Andererseits ist es auch möglich, eine separate Stromversorgung 14, die, wie dies in der Fig. 1 dargestellt ist, in einem eigenen Gehäuse angeordnet ist, für mehrere Hochfrequenzmodule zu verwenden. Damit wird nicht nur verhindert, dass die Nähe zwischen dem Netzteil
- 15 der separaten Stromversorgung und den Hochfrequenz-Bauteilen der Hochfrequenzmodule sich negativ auswirkt, sondern auch zusätzliches Potenzial zur Einsparung von Kosten genutzt.
- 20 Ein zusätzlicher Vorteil ergibt sich aus der Verwendung eines Hochfrequenzmoduls, welches mit der Messgeräteinheit 2 über eine digitale Schnittstelle kommuniziert, dadurch, dass eine konkret auf das jeweilige Hochfrequenzmodul 3 abgestimmte Kühlung eingesetzt werden kann, wie dies in
- 25 der Fig. 1 bei dem Hochfrequenzmodul 3 durch die Lüftungsschlitze 18 angedeutet ist. Die Kühlung eines Messgeräts mit darin integrierten Hochfrequenzkomponenten kann dagegen lediglich einen Kompromiss für alle beteiligten Bauteile darstellen, wobei die räumliche Nähe
- 30 der wärmeerzeugenden Komponenten in einem gemeinsamen Gehäuse die Kühlung erschwert.

In Fig. 2 ist ein erstes Ausführungsbeispiel für ein erfindungsgemäßes Messsystem dargestellt, an das zwei

35 Hochfrequenzmodule angeschlossen sind. Die Messgeräteinheit 2 umfasst einen Eingabeblock 20, der stellvertretend für alle an der Bedienfront der Messgeräteinheit 2 angeordneten Eingabemittel, wie beispielsweise die Bedientasten 8, den Drehknopf 9 und die

Pfeiltasten 10, steht. Die über den Eingabeblock 20 von einem Bediener eingegebenen Parameter und aufgerufenen Funktionen werden an eine Rechen- und Auswerteeinheit 21 übermittelt. Die Rechen- und Auswerteeinheit 21 ermittelt  
5 in Abhängigkeit von den Eingaben des Bedieners in dem Eingabeblock 20, welche Bitsequenz beispielsweise an ein zu testendes Mobilfunkgerät gesendet werden muss. Neben den eigentlich zu übertragenden Daten, die an das Hochfrequenzmodul 3 von dem Mobilfunkgerät 19 übermittelt  
10 werden, werden dabei auch Steuersignale von der zentralen Rechen- und Auswerteeinheit 21 ebenfalls in der Bitsequenz generiert und an das Hochfrequenzmodul zu dessen Steuerung übermittelt.

15 In dem dargestellten ersten Ausführungsbeispiel wird über die digitale Schnittstelle bereits ein Bitstrom übertragen, der durch das Hochfrequenzmodul 24 nur doch moduliert und dann gesendet wird. Die erforderliche Bearbeitung der Signale aus den Eingangsdaten erfolgt  
20 dabei noch in der Messgeräteeinheit durch die Zuordnung (Mapping) der Symbole zu Zuständen im Zustandsdiagramm der I-Q- (Inphase-Quadraturphase) Ebene.

Neben der Erzeugung von digitalen Daten, die über die  
25 digitale Schnittstelle an die Hochfrequenzmodule übertragen werden, kann die Rechen- und Auswerteeinheit 21 auch Bitsequenzen von einem oder mehreren Hochfrequenzmodulen 3 erhalten und einer Auswertung unterziehen. Beispielsweise kann von einem Hochfrequenzmodul 3 mit  
30 einer Empfangseinheit ein von einem zu testenden Mobilfunkgerät 19 gesendetes Nachrichtensignal durch das Hochfrequenzmodul 3 empfangen und demoduliert werden und die Nutzdaten, die in dem Signal enthalten sind, über die digitale Schnittstelle an die Rechen- und Auswerteeinheit  
35 21 übermittelt werden. Aus diesen Daten wird dann ohne dass die Messgeräteeinheit 2 ein Hochfrequenzsignal verarbeiten muss, in der Rechen- und Auswerteeinheit 21 z. B. eine Bitfehlerrate oder Blockfehlerrate ermittelt.

Zur Darstellung der Messergebnisse und zur Überprüfung von über den Eingabeblock 20 eingegebenen Parametern und Funktionen ist die Rechen- und Auswerteeinheit 21 mit der Darstellungseinrichtung 7 verbunden.

5

Zum Übermitteln der digitalen Daten an ein Hochfrequenzmodul 3 bzw. zum Empfangen eines Bitstroms von einem Hochfrequenzmodul 3 ist in der Messgeräteeinheit 2 eine digitale Schnittstelleneinheit 23 vorgesehen. In dem Darstellungsbeispiel der Fig. 2 ist ein erstes Hochfrequenzmodul 24 und ein zweites Hochfrequenzmodul 25 dargestellt. Das erste Hochfrequenzmodul 24 und das zweite Hochfrequenzmodul 25 umfassen jeweils eine Schnittstelleneinheit 26 bzw. 27, die mit der digitalen Schnittstelleneinheit 23 der Messgeräteeinheit 2 verbindbar ist und damit die digitale Schnittstelle des Messsystems bilden. Wie es bereits bei den Ausführungen zu Fig. 1 beschrieben wurde, kann die digitale Schnittstelle sowohl optisch als auch elektrisch ausgebildet sein. Dementsprechend ist zur Verbindung der Schnittstelleneinheit 26 des Hochfrequenzmoduls 24 mit der digitalen Schnittstelleneinheit 23 der Messgeräteeinheit 2 bzw. der Schnittstelleneinheit 27 des Hochfrequenzmoduls 25 eine entsprechende elektrische oder optische Verbindungsleitung erforderlich.

25

Das erste Hochfrequenzmodul 24 weist eine Sendeeinrichtung 28 und das zweite Hochfrequenzmodul 25 eine Empfangseinrichtung 29 auf. Ein von der Sendeeinrichtung 28 des ersten Hochfrequenzmoduls 24 an einen Prüfling gesendetes Hochfrequenz-Sendesignal 30 ist in der Fig. 2 angedeutet. Ebenso ist ein bei der Empfangseinrichtung 29 des zweiten Hochfrequenzmoduls 25 ankommendes Hochfrequenzsignal 31 angedeutet. Das ankommende Hochfrequenzsignal 31 wird mit einem von einem lokalen Oszillator 32 erzeugten Signal in einem ersten Mischer 33 gemischt und damit auf eine Zwischenfrequenzebene gebracht. Dieses Zwischenfrequenzsignal wird in einen Inphase-Zweig und einen Quadraturphase-Zweig aufgeteilt und in dem Inphase-Zweig mit einem von einem zweiten lokalen Oszillator 34

35

erzeugten Signal in einem zweiten Mischer 36<sub>I</sub> in das Basisband gemischt.

Ein Phasenschieber 35 ändert die Phase des Signals des  
5 lokalen Oszillators 34 bevor das Zwischenfrequenzsignal in  
dem zweiten Mischer 36<sub>Q</sub> in dem Quadraturphase-Zweig in das  
Basisband gemischt wird. Die Basisbandsignale durchlaufen  
jeweils einen Tiefpaßfilter 37<sub>I</sub>, 37<sub>Q</sub> und werden im  
Anschluss daran durch Analog-Digital-Wandler 38<sub>I</sub>, 38<sub>Q</sub>  
10 digitalisiert. Im einfachsten Fall, bei der die digitale  
Schnittstelle auf der Ebene des Basisbandsignals liegt,  
werden die nun in digitaler Form vorliegenden Daten über  
die Schnittstelleneinheit 27 des zweiten Hochfrequenz-  
moduls 25 und die digitale Schnittstelleneinheit 23 an die  
15 Rechen- und Auswerteeinheit 21 der Messgeräteeinheit 2  
übertragen. Dort erfolgt die weitere Bearbeitung der  
Daten.

Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist in dem zweiten  
20 Hochfrequenzmodul 25 lediglich ein vereinfacht  
dargestellter Demodulator enthalten, mit dem die von dem  
Prüfling gesendeten Nachrichtensignale demoduliert werden  
und die digitalen Nutzdaten an die Messgeräteeinheit 2  
übermittelt werden. Für andere Messaufgaben sind jedoch an  
25 die jeweilige Aufgabe angepasste Hochfrequenzmodule  
vorzusehen, so dass beispielsweise in einem Hochfrequenz-  
modul eine Leistungsmessung des empfangenen Hochfrequenz-  
signals durchgeführt wird und die ermittelte Leistung als  
digitaler Wert über die digitale Schnittstelle an die  
30 Messgeräteeinheit 2 übertragen wird.

Neben der Demodulation des ankommenden Hochfrequenzsignals  
31 und der Übermittlung des daraus gewonnenen Bitstroms an  
die Messgeräteeinheit 2 werden auch, wie es durch den in  
35 beide Richtungen verlaufenden Pfeil 45 angedeutet ist, in  
umgekehrter Richtung, also von der Messgeräteeinheit 2 in  
Richtung des zweiten Hochfrequenzmoduls 25 digital Daten  
übertragen. Die digitale Schnittstelleneinheit 23 und die  
korrespondierende Schnittstelleneinheit 27 des zweiten

Hochfrequenzmoduls 25 bilden eine bidirektionale digitale Schnittstelle.

Eine solche bidirektionale Funktion der Schnittstelle ist  
5 z.B. erforderlich, um eine Frequenzsteuerung 46 des  
zweiten Hochfrequenzmoduls 25 bedienen zu können, die  
ihrerseits die Frequenz des zu empfangenden Hochfrequenz-  
signals in der Empfangseinrichtung 29 festgelegt. Zudem  
können über eine zweite Steuerung 47 weitere relevante  
10 Parameter beim Empfangen von Hochfrequenzsignalen, z.B.  
die Empfindlichkeit entsprechend den Vorgaben eines  
Bedieners oder des Messprogramms eingestellt werden, wie  
es mit dem variablen Dämpfungsglied 54 in Fig. 2  
angedeutet ist, welches mit der zweiten Steuerung 47  
15 verbunden ist. Neben der Übermittlung von Daten von dem  
zweiten Hochfrequenzmodul 25 an die Messgeräteinheit 2 ist  
daher über die digitale Schnittstelle auch in umgekehrter  
Richtung eine Übertragung von Daten möglich.

20 Die Sendeeinrichtung 28 des ersten Hochfrequenzmoduls 24  
ist im wesentlichen analog zu der Empfangseinrichtung 29  
des zweiten Hochfrequenzmoduls 25 aufgebaut. Um  
Wiederholungen zu vermeiden sind die entsprechenden  
Bauteile der Sendeeinrichtung 28 mit dem gleichen, jedoch  
25 apostrophierten Bezugszeichen versehen, wie die Bauteile  
der Empfangseinrichtung 29. Die Sendeeinrichtung 28 weist  
zusätzlich einen Verstärker 39 auf, mit dem das erzeugte  
Hochfrequenzsignal mit einer durch den Bediener oder das  
Messprogramm einstellbaren Leistung abgegeben werden kann.

30 Zur Einstellung einer bestimmten Frequenz ist wiederum  
eine Frequenzsteuerung 48 vorgesehen, die ebenfalls  
mittels eines über die digitale Schnittstelle  
übermittelten digitalen Steuerbefehls angesteuert wird und  
35 auf den lokalen Oszillator 32' wirkt. Zusätzlich ist zum  
Einstellen einer bestimmten Sendeleistung eine  
Pegelsteuerung 49 vorgesehen, die eingangsseitig ebenfalls  
mit einem digitalen Steuerbefehl angesteuert wird und die

auf die Verstärkung des Verstärker 39 der Sendeeinrichtung 28 wirkt.

Um eine Energieversorgung unabhängig von der Verbindung  
5 zwischen der Schnittstelleneinheit 26 des ersten  
Hochfrequenzmoduls 24 und der digitalen Schnittstellen-  
einheit 23 der Messgeräteeinheit 2 zu ermöglichen, ist in  
dem ersten Hochfrequenzmodul 24 eine Stromversorgung 40  
vorgesehen, welche in dem dargestellten Ausführungs-  
10 beispiel der Fig. 2 in das erste Hochfrequenzmodul 24  
integriert ist. Module mit geringerem Energiebedarf können  
dagegen, wie es z.B. für das zweite Hochfrequenzmodul 25  
dargestellt ist, ohne eigene Stromversorgung direkt über  
die Messgeräteeinheit 2 versorgt werden.

15 Zwischen der Rechen- und Auswerteeinheit 21 und der  
digitalen Schnittstelleneinheit 23 der Messgeräteeinheit 2  
werden die digitalen Daten z. B. über ein Bussystem 50  
ausgetauscht. In dem dargestellten Beispiel wird durch das  
20 Messsystem mit der Messgeräteeinheit 2, dem ersten  
Hochfrequenzmodul 24 und dem zweiten Hochfrequenzmodul 25  
eine Basisstation zum Testen von Mobilfunkgeräten  
emuliert.

25 Die am Beispiel eines Systemtesters für Mobilfunkgeräte  
durchgeführten Erläuterungen sind nicht beschränkend für  
die Anwendungen des erfindungsgemäßen Messsystems. Das  
erfindungsgemäße Messsystem, welches die ortsnahe  
Anordnung von Hochfrequenzmodulen an einem Prüfling und  
30 damit eine deutliche Reduzierung der Verluste auf dem  
Übertragungsweg der Hochfrequenzsignale erlaubt, wobei die  
Hochfrequenzmodule über eine digitale Schnittstelle mit  
einer Messgeräteeinheit 2 verbunden sind, ist ebenso für  
andere Hochfrequenz-Kommunikationssysteme, wie beispiels-  
35 weise WLAN einsetzbar.

Die Steuerung eines Messeablaufs wird vollständig von der  
Messgeräteeinheit 2 durchgeführt. Über die digitale  
Schnittstelle werden in digitaler Form lediglich

Informationen übertragen, die dann z.B. von dem entsprechenden Hochfrequenzmodul in ein Hochfrequenzsignal umgesetzt werden. In umgekehrter Richtung, in der von dem Hochfrequenzmodul an die Messgeräteinheit 2 digitale  
5 Informationen übermittelt werden, wird ebenso ein ankommendes Hochfrequenzsignal in dem Hochfrequenzmodul verarbeitet und beispielsweise eine Leistung gemessen, wobei die Informationen über die Leistung und den Signalinhalt dann von dem Hochfrequenzmodul über die  
10 digitale Schnittstelle und das Bussystem 50 der Messgeräteinheit 2 an die Rechen- und Auswerteeinheit 21 übermittelt werden.

Die Analyse der Daten findet unabhängig von dem  
15 Hochfrequenzmodul in der Messgeräteinheit 2 bzw. der dort angeordneten Rechen- und Auswerteeinheit 21 aufgrund der in digitaler Form übermittelten Informationen statt. Deshalb ist eine von der Messgeräteinheit 2 unabhängige Kalibrierung der Hochfrequenzmodule möglich.

20 Änderungen an den Einstellungen der Hochfrequenzmodule können über die Rechen- und Auswerteeinheit 21 durchgeführt werden, indem über den Eingabeblock 20 entsprechende Korrekturen und Eingaben durch einen  
25 Bediener vorgenommenen werden. Die Korrekturen werden dann von der Rechen- und Auswerteeinheit 21 in entsprechende digitale Steuersignale umgesetzt und über die digitale Schnittstelle 23 dem entsprechenden Hochfrequenzmodul zugeführt, das die Steuersignale umsetzt. Da eine  
30 Übertragung von digitalen Informationen mit einer erheblich höheren Sicherheit durchgeführt werden kann als die Übertragung von analogen Größen wird mit dem erfindungsgemäßen Messsystem eine beträchtliche Verbesserung in der Genauigkeit bei der Durchführung von  
35 Messungen und Tests an Hochfrequenz-Kommunikationssystemen erreicht.

In Fig. 3 sind weitere bevorzugte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Messsystems gezeigt. In jedem Fall

werden dabei über die digitale Schnittstelle sämtliche Daten in digitaler Form übertragen, die einerseits zum Einstellen bestimmter Funktionsparameter in dem jeweiligen Hochfrequenzmodul erforderlich sind, und andererseits die  
5 Signal- oder Messdaten betreffen.

Bei dem abgewandelten ersten Hochfrequenzmodul 24' ist deren Sendeeinrichtung 28' gegenüber dem Ausführungsbeispiel der Fig. 2 dahingehend erweitert, dass auf der  
10 Eingangsseite der Sendeeinrichtung 28' die zu sendenden Signale zunächst einem Kodierer 55 und die dort codierten und blockweise zusammengestellten Daten im Anschluss eine Mapping-Einheit 56 durchlaufen.

15 Damit sind sämtliche Bauteile, die erforderlich sind, um Nutzdaten so weiterzuverarbeiten, wie es für beispielsweise einen bestimmten Mobilfunkstandard erforderlich ist, in dem Hochfrequenzmodul lokalisiert. Die in digitaler Form über die digitale Schnittstelle von der  
20 Messgeräteeinheit 2 an das abgewandelte erste Hochfrequenzmodul 24' übertragenen Nutzdaten werden dabei zunächst von dem Kodierer 55 in einen Bitstrom umgewandelt, also beispielsweise in Datenpakete unterteilt und entsprechend dem jeweils genutzten Kommunikationssystem ergänzt,  
25 beispielsweise mit einem Header versehen oder eine Midamble eingefügt.

Die einzelnen Bits des so erzeugten Bitstrom werden dann von der Mapping-Einheit 56 im dargestellten Beispiel den  
30 entsprechenden Zuständen in dem I/Q-Zustandsdiagramm zugeordnet. Damit sind sämtliche, die Aufbereitung des Hochfrequenzsignals betreffenden Bauteile in dem abgewandelten ersten Hochfrequenzmodul 24' angeordnet und die Messgeräteeinheit bearbeitet lediglich Nutzdaten und  
35 Steuersignale.

Im dargestellten Ausführungsbeispiel wird zur Übertragung der Nutzdaten und der Steuersignale ein erster Abschnitt  
57 der digitalen Schnittstelleneinheit 23' verwendet.



Dieser erste Abschnitt 57 der digitalen Schnittstelleneinheit 23' kann damit völlig unabhängig von dem damit zu verbindenden Hochfrequenzmodul standardisiert werden, d. h. jedes daran angeschlossenen Modul umfasst sämtliche Komponenten, die der Aufgabe des Moduls entsprechend erforderlich sind, um beispielsweise ein Signal gemäß einem bestimmten Übertragungsstandard für das Hochfrequenzsignal oder entsprechenden Vorgaben beim Test einzelner Baugruppen als Prüfling aufzubereiten. Das Hochfrequenzmodul weist dabei Mittel auf, um die Daten, die über die standardisierte Schnittstelle unabhängig von Übertragungsstandards für die Hochfrequenzsignale übertragen werden, so aufzubereiten, dass das gesendete Signal die jeweiligen Übertragungsstandards erfüllt.

Das Hochfrequenzmodul kann dies für lediglich einen bestimmten Standard (z.B. GSM, EDGE oder W-CDMA) leisten oder auch für unterschiedliche Standards, wobei die Auswahl eines bestimmten Standards dann über entsprechende Steuersignale erfolgt, die über die digitale, standardisierte Schnittstelle übertragen werden. In einem entsprechenden Hochfrequenzmodul zum Empfangen von Hochfrequenzsignalen sind äquivalente Mittel vorzusehen, die eine Umsetzung der Informationen des Hochfrequenzsignals auf das für die digitale, standardisierte Schnittstelle verwendete Protokoll ermöglichen.

Das ebenfalls abgewandelte zweite Hochfrequenzmodul 25' ist dagegen mit einem zweiten Abschnitt 58 der digitalen Schnittstelleneinheit 23' verbunden, wobei dabei im Gegensatz zu dem vorgenannten Ausführungsbeispiel die Bearbeitung des Bitstroms in der Messgeräteeinheit 2 erfolgt. Das ankommende Hochfrequenzsignal wird der vereinfachten dargestellten Empfangseinrichtung 29' zugeführt, die wiederum über ein variables Dämpfungsglied 54 zum Einstellen der Empfindlichkeit des Hochfrequenzmoduls 25' verfügt. Die vereinfachte Empfangseinrichtung 29 weist einen ersten lokalen Oszillator 32 auf, der entsprechend den Vorgaben der Frequenzsteuerung 46

eingestellt ist, und das ankommende Hochfrequenzsignal auf eine Zwischenfrequenzebene mischt.

Dieses Zwischenfrequenzsignal durchläuft im dargestellten Ausführungsbeispiel ein Bandpassfilter 59 und wird anschließend einem Analog-Digital-Wandler 60 zugeführt. Die Verarbeitung des ankommenden Signals ist damit für das abgewandelte zweite Hochfrequenzmodul 25' abgeschlossen, da dieses digitale Zwischenfrequenzsignal über die Schnittstelleneinheit 27' an den zweiten Abschnitt 58 der digitalen Schnittstelle 23' weitergeleitet wird.

Damit wird ein Großteil der Funktionalitäten bei der Signalverarbeitung, die bisher bereits innerhalb eines Messgeräts durchgeführt wurden, jetzt in der Messgeräteinheit 2 durchgeführt, und außerhalb dieser Messgeräteinheit 2 in einem Hochfrequenzmodul 25' lediglich die Verarbeitung bezüglich des Hochfrequenzabschnitts durchgeführt. Damit lässt sich eine Positionierung unmittelbar in der Nähe des Prüflings erreichen, so dass die Übertragungsstrecke für das Hochfrequenzsignal zwischen dem Prüfling und dem entsprechenden Hochfrequenzmodul besonders kurz ist.

Die in den Ausführungsbeispielen gezeigten unterschiedlichen Schnittstellen können auch innerhalb eines Messsystems kombiniert werden. Z.B. kann ein Teil der an der Meßgeräteinheit vorgesehenen Anschlüsse eine digitale, standardisierte Schnittstelle bilden, während weitere Anschlüsse der Messgeräteinheit eine digitale Schnittstelle aufweisen, über die lediglich digitale Daten auf der I-Q-Ebene übertragbar sind.

Eine Integration der Funktionalitäten von mehreren Hochfrequenzmodulen, z.B. eines Sendemoduls und eines Empfangsmoduls, in einem gemeinsamen Gehäuse, das über nur eine Verbindungsleitung mit der Messgeräteinheit 2 verbunden ist, ist ebenfalls möglich. Dabei wird zwar die Baugröße des Moduls erhöht, die Übertragungsweglänge

zwischen dem Prüfling und dem Modul bleibt aber dennoch gering, da auch ein solchermaßen integriertes Modul in unmittelbarer Nähe zu dem Prüfling positionierbar ist.

**Ansprüche**

- 5 1. Hochfrequenz-Messsystem zum Messen eines Prüflings (19)  
mit einer Messgeräteeinheit (2) und zumindest einem  
Hochfrequenzmodul (3, 24, 25),  
dadurch gekennzeichnet,  
dass jedes Hochfrequenzmodul (3, 24, 25) räumlich getrennt  
10 von der Messgeräteeinheit (2) platzierbar ist und  
jedes Hochfrequenzmodul (3, 24, 25) mit der  
Messgeräteeinheit (2) über eine digitale Schnittstelle (23,  
26, 27) verbindbar ist.
- 15 2. Hochfrequenz-Messsystem nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Hochfrequenzmodul (3, 24, 25) eine Sende-  
und/oder Empfangseinrichtung (28, 29) zur Kommunikation  
mit einem Prüfling (19) aufweist.
- 20 3. Hochfrequenz-Messsystem nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die digitale Schnittstelle (23, 26, 27) eine serielle  
Schnittstelle ist.
- 25 4. Hochfrequenz-Messsystem nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die digitale Schnittstelle (23, 26, 27) eine  
parallele Schnittstelle ist.
- 30 5. Hochfrequenz-Messsystem nach einem der Ansprüche 1 bis  
4,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die digitale Schnittstelle (23, 26, 27) eine optische  
35 Schnittstelle ist.
6. Hochfrequenz-Messsystem nach einem der Ansprüche 1 bis  
4,  
dadurch gekennzeichnet,

dass die digitale Schnittstelle (23, 26, 27) eine elektrische Schnittstelle ist.

7. Hochfrequenz-Messsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5 6,

**dadurch gekennzeichnet,**

dass das zumindest eine Hochfrequenzmodul (3, 24, 25) über eine von der Messgeräteinheit (2) unabhängige Stromversorgung (14, 40) mit elektrischer Energie versorgt 10 wird.

8. Hochfrequenz-Messsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 7,

**dadurch gekennzeichnet,**

15 dass an der Messgeräteinheit (2) mehrere, identische Anschlüsse (5.1, 5.2, 5.3) für die digitale Schnittstelle (23) vorgesehen sind.

9. Hochfrequenz-Messsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 20 8,

**dadurch gekennzeichnet,**

dass an der Messgeräteinheit mehrere unterschiedliche Anschlüsse (5.1, 5.2, 5.3, 6.1, 6.2, 6.3) für die digitale Schnittstelle (23) vorgesehen sind.

25 10. Hochfrequenz-Messsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 9,

**dadurch gekennzeichnet,**

dass über die digitale Schnittstelle ein digitalisiertes 30 Zwischenfrequenzsignal übertragbar ist.

11. Hochfrequenz-Messsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 9,

**dadurch gekennzeichnet,**

35 dass über die digitale Schnittstelle Steuerdaten und/oder Nutzdaten in standardisierter Form übertragbar sind und dass das zumindest eine Hochfrequenzmodul (24') Mittel zur Verarbeitung eines Hochfrequenzsignals hinsichtlich der Übertragung von Daten über die digitale Schnittstelle in

standardisierter Form und/oder zur Verarbeitung der in standardisierter Form übertragenen Daten hinsichtlich zumindest eines bestimmten Übertragungsstandards für das Hochfrequenzsignal aufweist.

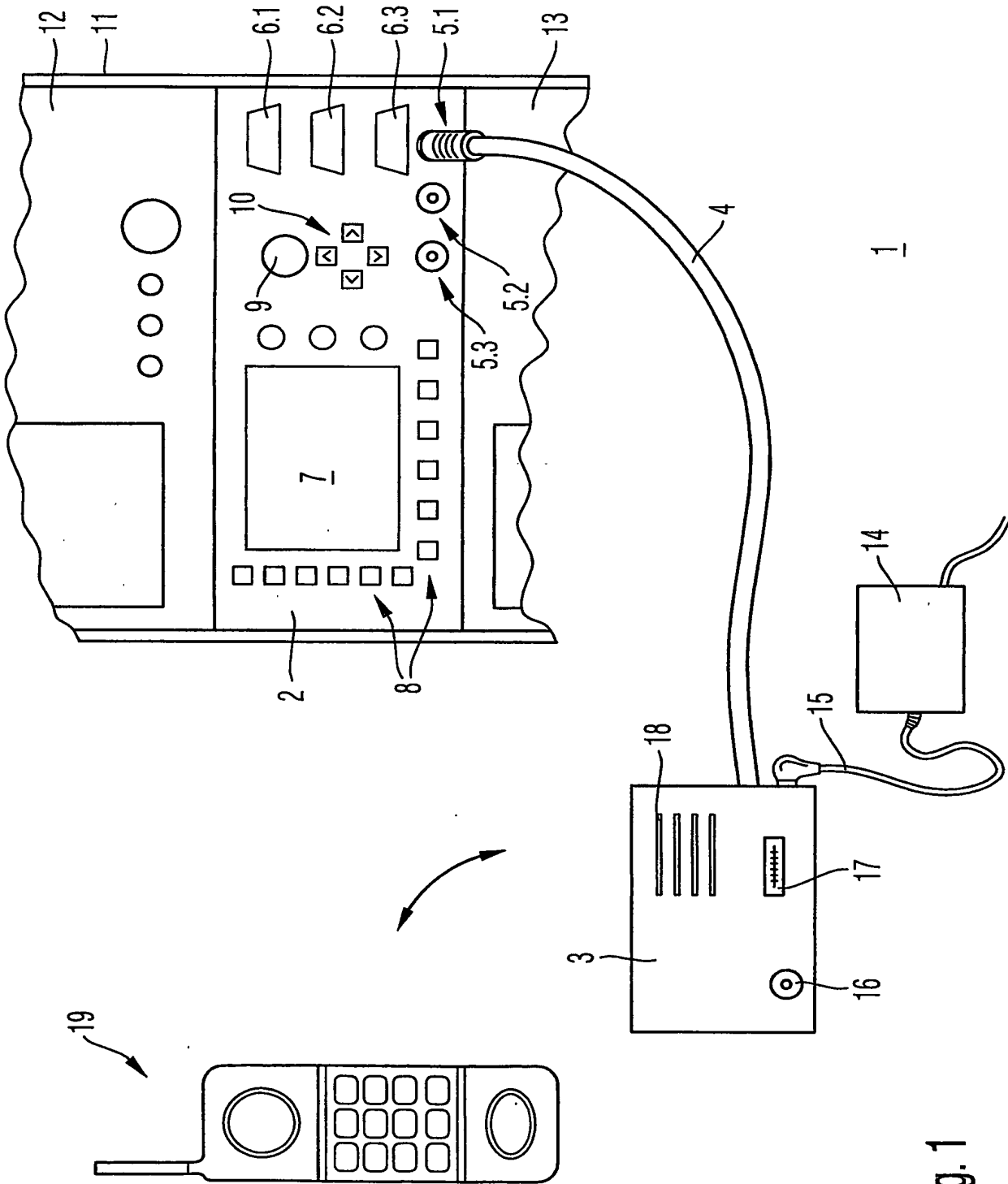


Fig. 1

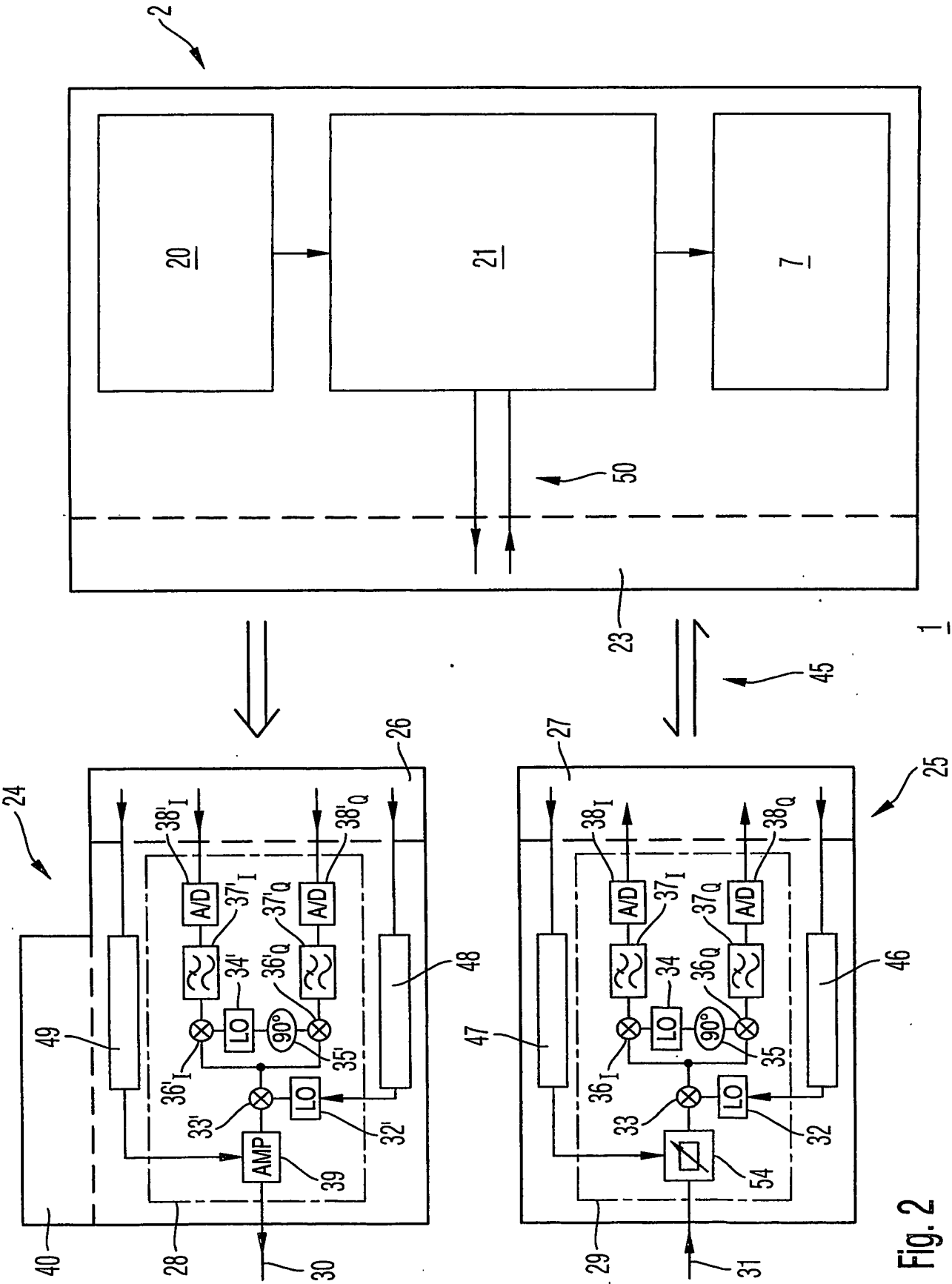


Fig. 2



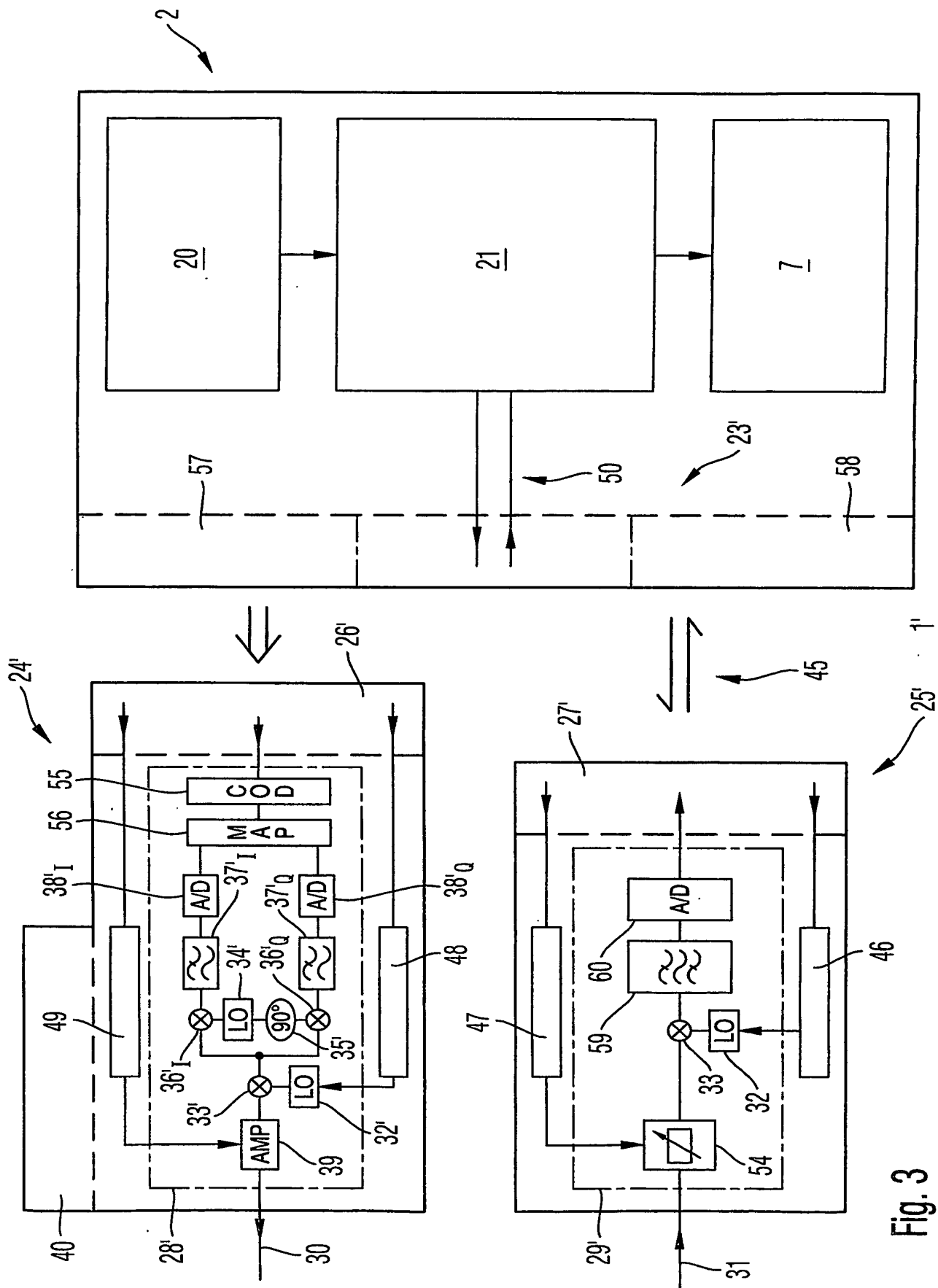


Fig. 3